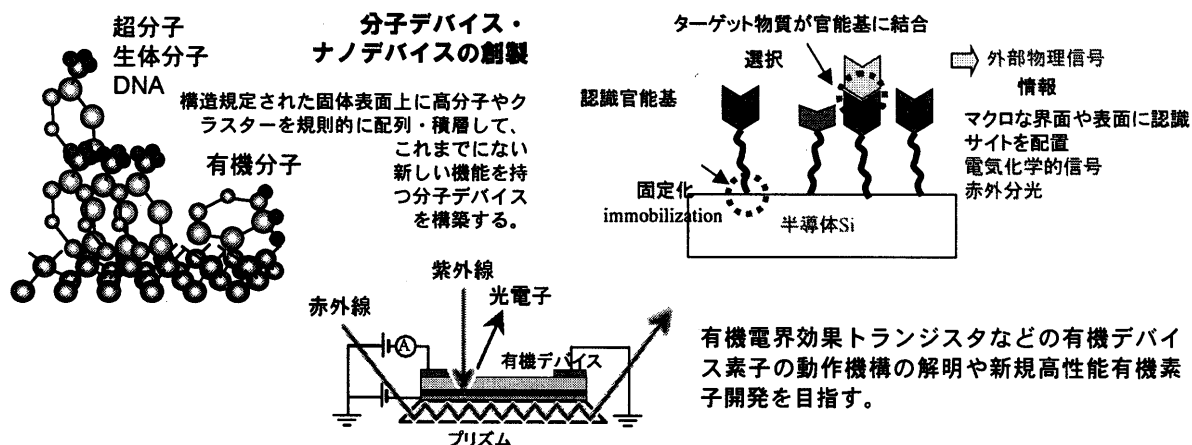


## 分子情報デバイスの表面・界面のナノスケール制御 と新機能ナノ分子デバイスの創製(2項 分子電子工 学研究分野)(2節 物性機能デバイス研究部門)(第3 章 研究活動)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	9
ページ	35-36
発行年	2003-07
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/30308">http://hdl.handle.net/10097/30308</a>

## 分子電子工学研究分野

分子情報デバイスの表面・界面のナノスケール制御と  
新機能ナノ分子デバイスの創製

## 1. 分野の目標

最近、分子レベルや超分子レベルで動作する電子デバイスや、分子認識をベースとした化学情報を電気信号に変換する分子情報処理デバイスの開発の可能性が見えてきた。今までの半導体を中心としたデバイスだけではなく、 $C_{60}$  フラーレンなどの超分子や有機金属・有機半導体、更にはDNAなどの生体分子も含めた、電子や光に多様に応答する分子・超分子を活用した新たなナノ分子デバイスの開発が、大量の情報を高速に処理するために必要になる。また、今後ますますその重要度が増すゲノム情報を処理するためには、バイオテクノロジーと融合した生命情報処理デバイスの開発も必要不可欠である。このような時代的要請に応えるために、次世代の分子情報デバイスの創製に必要な、新機能分子材料の探索と共に、20世紀に培ったSi半導体技術を基盤にして、これら分子材料をSi半導体と様々な形で融合した新しいデバイスの実現に向けた基盤研究を行うことを分野の目標としている。研究テーマは、① 半導体表面上ナノ構造の自己組織化・自己形成機構の解明と応用、② 超分子や有機分子クラスターを用いた分子量子デバイス、③ 有機電子材料用いた次世代フレキシブル有機電子デバイス、④ 認識官能基を有する半導体表面を用いた生体分子認識システムの開発などである。

## 2. 過去1年間の主な研究成果

## (1) 有機高分子のシリコン表面における吸着状態・吸着過程の解明

分子デバイスの創製には、デバイス製造プロセスを原子レベルで制御する必要がある。従来のシリコン半導体デバイスと超分子や有機分子との融合によって、新しい分子デバイスを創製することを目指し、Si表面における高分子の吸着・堆積過程の解明を試みている。今年度は、本研究分野で開発した超高感度赤外分光解析システムを用いて、ベンゼン、ナフタレン、ペンタセン分子などの一連の芳香族炭化水素分子のSi表面吸着過程を調べた。表面吸着過程が分子の表面吸着量によって大きく変化することなどを見出した。

## (2) 固液界面反応を用いた半導体表面上ナノ周期構造の創製

本年度は、Si基板上に規則周期ナノ構造を作製するためにSi基板上に真空蒸着法により堆積したAl薄膜を陽極化成することによって、規則配列構造を有するポーラスアルミナの作製を試みた。堆積するAl薄膜の構造や組成を最適化することにより、4  $\mu\text{m}$ 程度の薄いAl薄膜から、蜂の巣状の周期構造を有するポーラスアルミナ膜をSi基板上に創製することに成功した。今後、このポーラスアルミナ膜をフォトリソグラフィ結晶として用いる可能性や、この膜をテンプレートとしてSi基板上にナノ構造を構築する方法を検討する。

## (3) 有機デバイスの界面構造の解明

有機半導体を用いてトランジスタや発光素子、ならびにメモリ素子などのエレクトロニクス素子の開発および動作機構解明の研究を進めている。本年度は、赤外吸収分光と変位電流測定法が有機電界効果トランジスタ内のキャリアの挙動を調べるきわめて有効な手法であること、有機電界効果トランジスタ内のチャンネルに誘起される電荷は、無機半導体の場合と異なり、ソース電極からの注入電荷の効果が大きいことを見出した。また、遮光下で真空蒸着するだけで分子が自発的に配向して自発分極を形成するAlq3薄膜の巨大表面電位は十分な保持時間を有しており、メモリ素子への応用の可能性があること等を見出した。

## (4) シリコン表面を利用した高感度生体分子センサーの開発

赤外線を溶液中に置かれたSiウェーハの中を多重内部反射させて赤外吸収分光を行うと、高感度溶液モニターになる。Siウェーハ表面に分子認識機能を持たせれば、高感度の分子認識センサーが実現し、たとえばDNA遺伝情報解析などのバイオテクノロジーへ応用できる。今年度は、Si表面上に分子認識機能を持つ高分子、超分子を固定化する方法や、DNAの塩基対形成を赤外分光法で検知する方法を検討し、後者については、赤外分光スペクトルの解析から水素結合の有無を検知できることを確認した。

## 3. 職員

教授 庭野 道夫 (1998年より)  
 助教授 石井 久夫 (2002年より)  
 助手 木村 康男 (1999年より)

## 4. 教授のプロフィール

昭和55年東北大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。昭55宮城教育大学助手、昭61東北大学助手(電気通信研究所)、昭63助教授、平10教授。これまで固体光物性、半導体表面物性、半導体材料工学、表面化学の研究に従事。最近、赤外反射分光を用いた表面物性の研究や分子デバイスの開発研究に力を注いでいる。応用物理学会、表面科学会、日本物理学会、電気情報通信学会、電気学会などの会員。

## 5. 過去1年間の主な研究発表論文

- [1] M. Nishizawa et al.: "Origin of type-C defects on the Si(100)-(2 $\times$ 1) surface," Phys. Rev. B65 (2002) 161302.
- [2] 庭野道夫, 篠原正典, 木村康男: 「半導体表面・界面反応の赤外分光観察」, 応用物理 第71巻第9号 (2002) 1143-1147.
- [3] 渡辺準人ら: 「Si(100)表面上のベンゼン分子吸着過程」表面科学, vol24, No.2 (2002) pp.98-104.
- [4] Yasuo Kimura Jun Nemoto and Michio Niwano: "Electrochemistry on Si(100) in a hydrofluoric acid solution at cathodic potential regions," Materials Science and Engineering B (2002) 107-110.
- [5] M. Shinohara et al.: "Interaction of hydrogen-terminated Si(100), (110), and (111) surfaces with hydrogen plasma investigated by in situ real-time infrared absorption spectroscopy," J. Vac. Sci. Technol. A21 (2002) pp. 25-31.
- [6] Masanori Shinohara, Yasuo Kimura, Mineo Saito and Michio Niwano: "Infrared spectroscopy study of adsorption of silane on Si(001)," Surf. Sci. 502-503 (2002) pp. 96-101.
- [7] 林 直樹, 石井久夫, 伊藤英輔, 関 一彦: 「ケルビン法でみた有機/金属界面の電子構造—バンドの曲がり」と巨大表面電位発生—, 応用物理 第71巻第12号 (2002) 1488-1492.